

## Pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) Pada MRI

Nur Wahyu Tajuddin<sup>1</sup>; Yossi Wisnu Wardhana<sup>2</sup>; Rini Indrati<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Poltekkes Kemenkes Semarang

<sup>2</sup> Instalasi Radiologi, SMC RS Telogorejo

E-mail : <sup>1</sup> [nurwahyutajuddin1999@gmail.com](mailto:nurwahyutajuddin1999@gmail.com)

**ABSTRAK.** Pemrosesan gambar medis yang cepat dan akurat adalah tujuan utama dalam bidang pencitraan medis. MRI (Magnetic Resonance Imaging) merupakan teknologi penting dalam mendiagnosis penyakit dan kondisi medis. Namun, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan gambar MRI yang berkualitas tinggi seringkali menjadi hambatan dalam praktik klinis. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kecepatan MRI dapat dilakukan dengan menggunakan kecerdasan buatan (AI). Metode yang digunakan adalah kajian literatur review tentang pengembangan model deep learning yang dapat mempercepat proses akuisisi gambar MRI tanpa mengorbankan kualitas gambar. Hasil kajian ilmiah menunjukkan bahwa penggunaan kecerdasan buatan dalam proses akuisisi MRI dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan hingga 50% tanpa mengorbankan kualitas gambar. Hal ini dapat mempercepat diagnosis dan perawatan pasien dalam praktik klinis. Penggunaan kecerdasan buatan dapat signifikan meningkatkan kecepatan proses akuisisi MRI, memungkinkan diagnosis yang lebih cepat dan efisien dalam praktik klinis, dengan potensi untuk mengubah paradigma pencitraan medis di masa depan.

**Kata Kunci:** PRM (Pencitraan Resonansi Magnetik); Kecerdasan Buatan (AI); Pembelajaran Mendalam

**ABSTRACT.** Learning Fast and accurate medical image processing is a major goal in the field of medical imaging. MRI (Magnetic Resonance Imaging) is an important technology in diagnosing diseases and medical conditions. However, the time required to produce high-quality MRI images is often a bottleneck in clinical practice. Therefore, to increase the speed of MRI can be done by using artificial intelligence (AI). The method used is a literature review of the development of deep learning models that can accelerate the MRI image acquisition process without sacrificing image quality. The results of scientific research show that the use of artificial intelligence in the MRI acquisition process can reduce the time required by up to 50% without sacrificing image quality. This can accelerate the diagnosis and treatment of patients in clinical practice. The use of artificial intelligence can significantly increase the speed of the MRI acquisition process, enabling faster and more efficient diagnosis in clinical practice, with the potential to change the paradigm of medical imaging in the future.

**Keywords:** MRI (Magnetic Resonance Imaging); Artificial Intelligence (AI); Deep Learning

### PENDAHULUAN

Pemrosesan gambar medis yang cepat dan akurat menjadi tujuan utama dalam bidang pencitraan medis. Teknik-teknik ini sangat krusial untuk membantu para profesional medis membuat keputusan yang tepat dan cepat dalam diagnosis serta perawatan pasien. Salah satu teknik pencitraan medis yang paling menonjol adalah Magnetic Resonance Imaging (MRI), yang kini telah menjadi elemen esensial dalam diagnostik medis modern. MRI dikenal karena kemampuannya yang fleksibel dalam menghasilkan kontras jaringan yang bervariasi melalui penggunaan rangkaian radiofrekuensi dan peristiwa gradien medan magnet yang berbeda. Teknologi ini memungkinkan visualisasi yang jelas dan detail dari struktur internal tubuh manusia tanpa perlu melakukan prosedur invasif<sup>1</sup>.

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) dalam pencitraan medis bukanlah inovasi baru. Pembelajaran mesin, yang merupakan bagian integral dari AI, telah lama digunakan dalam diagnosis dan deteksi berbantuan komputer (CAD) di bidang radiologi. CAD membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis dengan menyediakan panduan tambahan bagi radiologis dalam menganalisis gambar medis. Contohnya, AI telah terbukti sangat berguna dalam diagnosis kanker payudara dan prostat melalui analisis MRI. Selain itu, dalam situasi darurat global seperti pandemi COVID-19, AI memainkan peran penting dalam mendiagnosis penyakit ini melalui gambar medis seperti CT scan dan rontgen dada<sup>2</sup>.

Salah satu keunggulan utama dari penggunaan AI dalam pencitraan medis adalah kemampuannya untuk mendeteksi kesalahan dan anomali yang mungkin terlewat oleh mata manusia. Metode berbasis AI telah menunjukkan hasil yang canggih dalam deteksi dan klasifikasi lesi, yang memungkinkan diagnosis lebih dini dan perawatan yang lebih efektif. Sebagai contoh, AI dapat membantu mengidentifikasi pola yang menunjukkan adanya lesi atau tumor pada tahap awal, yang seringkali sulit dideteksi oleh radiologis secara manual<sup>34</sup>.

Deep learning, sebagai cabang dari kecerdasan buatan, menggunakan jaringan saraf tiruan yang mendalam (deep neural networks) untuk memahami dan memproses data yang kompleks. Teknologi ini telah membawa revolusi di berbagai bidang, termasuk dalam optimasi protokol MRI. Dalam konteks ini, deep learning digunakan untuk mengidentifikasi parameter optimal untuk pemindaian berdasarkan data dan karakteristik pasien. Dengan menggunakan teknik ini, proses pemindaian MRI dapat disesuaikan secara individual, menghasilkan gambar berkualitas lebih tinggi dan waktu pemindaian yang lebih singkat<sup>5</sup>.

Penggunaan kecerdasan buatan dalam proses akuisisi MRI telah menunjukkan potensi besar dalam mengurangi waktu yang dibutuhkan hingga 50% tanpa mengorbankan kualitas gambar. Ini berarti bahwa lebih banyak pasien dapat dilayani dalam waktu yang lebih singkat, mempercepat diagnosis dan perawatan klinis. Selain itu, pengurangan waktu pemindaian juga mengurangi ketidaknyamanan bagi pasien, yang seringkali harus berbaring diam dalam waktu yang lama selama pemindaian MRI<sup>7</sup>. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kecepatan MRI sambil tetap menghasilkan kualitas citra yang optimal, penggunaan kecerdasan buatan (AI), terutama deep learning, sangat direkomendasikan. AI tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pencitraan medis, tetapi juga membawa transformasi signifikan dalam praktik klinis, memungkinkan perawatan yang lebih cepat, tepat, dan dipersonalisasi bagi pasien.

## METODOLOGI PENELITIAN

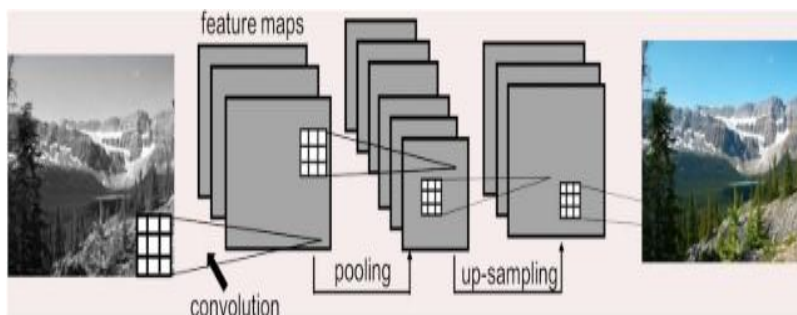
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian literatur review tentang pengembangan model deep learning yang dapat mempercepat proses akuisisi gambar MRI tanpa mengorbankan kualitas gambar. Kajian ini mencakup analisis berbagai algoritma dan teknik deep learning yang telah diimplementasikan, evaluasi kinerja model dalam studi klinis, serta identifikasi strategi terbaik untuk penerapan dalam praktik klinis guna meningkatkan efisiensi dan akurasi MRI.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 1. Convolutional Neural Networks (CNNs)

Convolutional Neural Networks (CNNs) memainkan peran penting dalam *deep learning* untuk analisis gambar MRI. CNNs menawarkan kemampuan dalam segmentasi organ, deteksi lesi, rekonstruksi gambar, analisis fungsi otak, dan pemrosesan gambar secara keseluruhan. Kemampuan ini memungkinkan otomatisasi dalam analisis gambar medis, meningkatkan akurasi diagnosis, dan mempercepat proses evaluasi medis. CNNs juga membantu memperdalam pemahaman tentang gambaran internal tubuh manusia, yang sangat penting dalam berbagai aplikasi medis, mulai dari diagnosis hingga perencanaan perawatan. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah waktu yang diperlukan untuk menghasilkan gambar MRI berkualitas tinggi, sering menjadi hambatan dalam praktik klinis sehari-hari<sup>6</sup>.

Untuk memahami cara kerja CNNs, tinjauan lengkap sering menggunakan gambar alami sebagai ilustrasi. Pendekatan ini membantu menggambarkan komponen utama dari arsitektur jaringan encoder-decoder CNN, yang populer dalam metode rekonstruksi *deep learning*. Gambar alami digunakan untuk memberikan visualisasi yang lebih jelas tentang bagaimana CNN memproses dan mengubah data input menjadi output yang diinginkan. Arsitektur ini terdiri dari lapisan konvolusi, lapisan pooling, dan lapisan dekoder, yang bekerja bersama untuk mendeteksi fitur penting dalam gambar dan menghasilkan rekonstruksi yang akurat. Penerapan metode ini pada data MRI menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi rekonstruksi gambar, meskipun diperlukan adaptasi dan optimasi khusus untuk mengatasi karakteristik unik dari data medis<sup>2</sup>.



Sumber : Internet, 2024

**Gambar 1.** Cara Kerja CNN Untuk Memprediksi Image Colors

## 2. Model *Deep Learning* Pada MRI

Proses pengembangan model *deep learning* pada MRI dapat dilakukan sebagai berikut<sup>8</sup>:

### 1) Pengumpulan Data Pelatihan

Model *deep learning* dilatih dengan menggunakan dataset besar yang berisi gambar MRI yang telah memiliki parameter optimal. Dataset ini harus mencakup berbagai jenis gambar MRI yang merepresentasikan berbagai kondisi medis dan anatomi, sehingga model dapat belajar dari variasi data yang luas. Selain itu, penting untuk memastikan bahwa data pelatihan telah diannotasi dengan benar dan memiliki kualitas tinggi untuk mendukung akurasi model.

### 2) Ekstraksi Fitur

Melalui proses pembelajaran mendalam, jaringan saraf akan mempelajari fitur-fitur penting dalam gambar yang berkaitan dengan parameter protokol optimal. Ini termasuk mendeteksi struktur anatomi, lesi, dan variasi kontras dalam gambar MRI. Proses ekstraksi fitur ini melibatkan berbagai lapisan konvolusi yang secara bertahap menangkap detail dari tingkat rendah hingga tinggi dalam gambar, sehingga model dapat membangun representasi yang kaya dan bermakna dari data.

### 3) Prediksi Parameter

Setelah model selesai dilatih, ia dapat digunakan untuk memprediksi parameter yang seharusnya digunakan untuk gambar MRI baru berdasarkan karakteristiknya. Model ini akan menganalisis gambar baru dengan cara yang sama seperti pada data pelatihan, mengidentifikasi fitur-fitur kunci, dan kemudian merekomendasikan pengaturan parameter yang optimal. Prediksi ini dapat mencakup berbagai aspek seperti intensitas medan magnet, frekuensi radio, dan parameter teknis lainnya yang mempengaruhi kualitas dan efisiensi akuisisi gambar MRI.

## 3. Keuntungan *Deep Learning* Pada MRI

Keuntungan dari penggunaan model *deep learning* pada MRI sebagai berikut<sup>9</sup>:

### 1) Akurasi

Model *deep learning* memiliki kemampuan untuk menghasilkan prediksi parameter yang lebih akurat dengan mempertimbangkan karakteristik individual pasien dan situasi pencitraan. Dengan menganalisis berbagai pola dan fitur dalam data MRI, model ini dapat menyesuaikan parameter dengan tepat untuk setiap kasus, memastikan kualitas gambar yang optimal. Ketepatan ini sangat penting dalam diagnosis medis, di mana kejelasan gambar dapat mempengaruhi keputusan klinis dan hasil perawatan pasien.

### 2) Efisiensi

Implementasi *deep learning* dalam optimasi parameter MRI memungkinkan pengaturan otomatis yang mengurangi waktu yang diperlukan oleh teknisi atau radiolog untuk mengatur parameter secara manual. Proses otomatis ini tidak hanya mempercepat alur kerja di klinik atau rumah sakit, tetapi juga memungkinkan penanganan lebih banyak pasien dalam waktu yang lebih singkat. Selain itu, peningkatan efisiensi dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan produktivitas fasilitas kesehatan.

3) **Konsistensi**

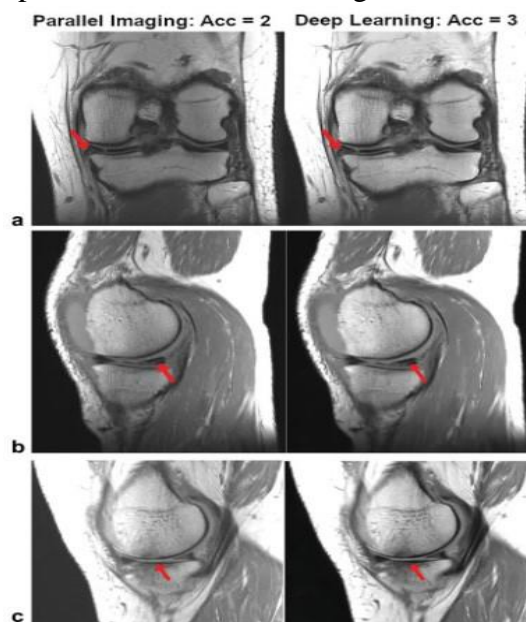
*Deep learning* memungkinkan pencapaian hasil yang konsisten dan optimal untuk setiap pasien, mengurangi variabilitas antar operator. Konsistensi ini memastikan bahwa setiap gambar MRI diambil dengan standar kualitas yang sama, terlepas dari siapa yang mengoperasikan mesin atau kondisi spesifik pada saat pemindaian. Hal ini sangat penting untuk pemantauan penyakit yang memerlukan pencitraan berulang, karena perubahan kecil dalam pengaturan parameter dapat menyebabkan perbedaan signifikan dalam interpretasi hasil.

4. **Aplikasi Klinis *Deep Learning* Pada MRI**

1) **Musculoskeletal Imaging**

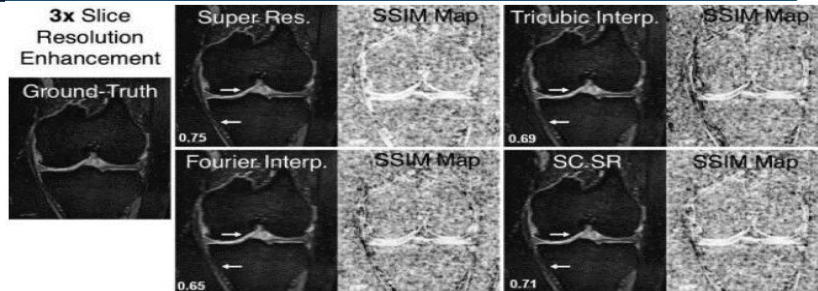
A. **MRI *Knee Joint***

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) mempunyai potensi untuk meningkatkan *ly enhance* setiap komponen pencitraan. Dari menilai kesesuaian perintah pencitraan hingga membantu memprediksi pasien yang berisiko mengalami patah tulang, AI dapat meningkatkan nilai pencitraan muskuloskeletal (MSK joint) dengan meningkatkan kualitas gambar, sentrisitas pasien, efisiensi pencitraan dan akurasi diagnostic<sup>10</sup>.



Sumber : Internet, 2024

**Gambar 2.** Perbedaan Hasi Citra Proton Densitiy Pada Meniskus Medial Pemeriksaan MRI *Knee Joint* Dari Teknik *Paralel Imaging* Dan Dengan Menggunakan *Deep Learning*<sup>10</sup>

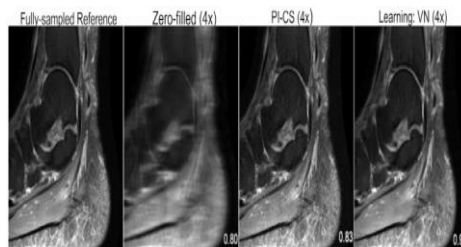


Sumber : Internet, 2024

**Gambar 3.** MRI *Knee Joint* Dengan Menggunakan *Deep Learning (Image Super-Resolution)* Dengan Memprediksi Gambar Beresolusi Tinggi Dari Gambar Beresolusi Lebih Rendah Akan Menjadi Cara Yang Efektif Untuk Mempercepat Akuisisi MR<sup>7</sup>

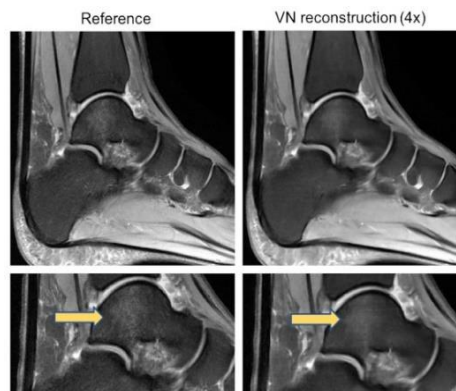
**B. MRI Ankle Joint**

Pada MRI *muskuloskeletal*, pasien dengan nyeri atau rentang gerak terbatas dapat mengalami kesulitan dalam mempertahankan posisi pencitraan yang optimal. Namun, pada saat yang sama, pencitraan *muskuloskeletal* sangat menuntut resolusi, ketajaman, dan kualitas gambar, sehingga penggunaan *deep learning* sangat dibutuhkan. Berikut ini beberapa contoh *deep learning* pada MRI *Ankle Joint*<sup>2</sup>.



Sumber : Internet, 2024

**Gambar 4.** Hasil Citra Pada Sekuen Fatsat Untuk Pemeriksaan MRI *Ankle Joint*<sup>2</sup>

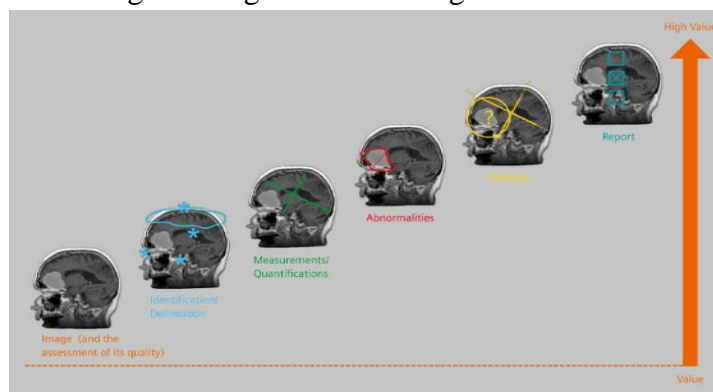


Sumber : Internet, 2024

**Gambar 5.** Rekonstruksi Sebanyak 4x Mampu Meningkatkan Kualitas Citra Pada Pemeriksaan Ankle Joint Menggunakan System *Generative Adversarial Networks (Gans)*<sup>2</sup>

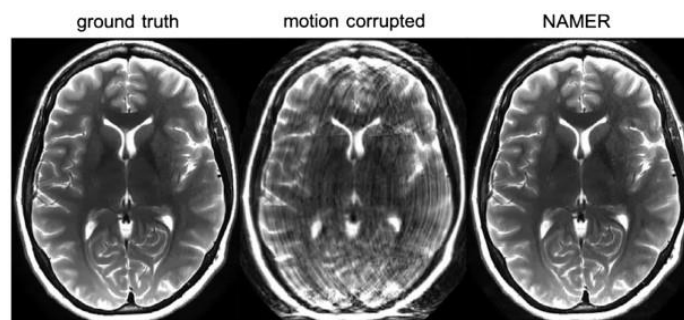
2) **MRI Brain**

Dalam *neuroimaging*, pencitraan yang dipercepat dapat sangat berguna pada pasien dengan perubahan status mental yang gerakannya dapat mengganggu kualitas gambar atau dalam protokol pencitraan yang lebih panjang dengan beberapa rangkaian yang masing-masing dapat meningkatkan total waktu pemindaian. Aggarwal *et al*, mengusulkan pendekatan berbasis model untuk rekonstruksi gambar menggunakan *deep learning* yang disebut MoDL di otak dan menunjukkan kinerja unggul dari algoritma ini dalam hal rasio *Signal-To-Noise* (SNR) puncak bila dibandingkan dengan CS di berbagai akselerasi<sup>1112</sup>.



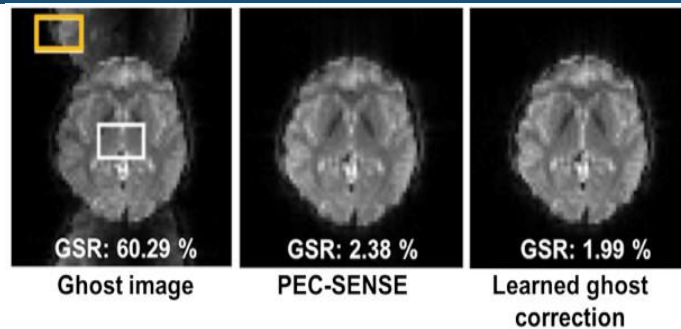
Sumber : Internet, 2024

**Gambar 6.** Langkah-Langkah Dalam Analisis Dan Interpretasi Gambar Menggunakan Kecerdasan Buatan (AI)<sup>13</sup>



Sumber : Internet, 2024

**Gambar 7.** Hasil Citra Pada MRI *Brain* Sekuen T2 Axial Pada Teknik *Deep Learning* Untuk *Motion Artefak*<sup>2</sup>



Sumber : Internet, 2024

**Gambar 8.** Perbedaan Hasil Citra Pada Pemeriksaan MRI *Brain* Untuk Sekuen EPI Pada *Ghost Correction*<sup>2</sup>

## KESIMPULAN

Penggunaan kecerdasan buatan (AI), khususnya deep learning, memiliki potensi besar untuk secara signifikan meningkatkan kecepatan proses akuisisi MRI. Dengan teknologi ini, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemindaian dapat dikurangi secara substansial tanpa mengorbankan kualitas gambar. Hal ini memungkinkan diagnosis yang lebih cepat dan efisien dalam praktik klinis sehari-hari, meningkatkan efisiensi dalam penanganan pasien dan mempercepat keputusan medis yang krusial. Selain itu, AI memiliki potensi untuk mengubah paradigma pencitraan medis di masa depan dengan mengintegrasikan teknologi ini dalam sistem kesehatan secara lebih luas, memungkinkan pengembangan metode diagnosis yang lebih sensitif dan personalisasi perawatan yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Hoinkiss DC, Huber J, Plump C, Lüth C, Drechsler R, Günther M. AI-driven and automated MRI sequence optimization in scanner-independent MRI sequences formulated by a domain-specific language. *Front Neuroimaging*. 2023;2:1090054. doi:10.3389/fnimg.2023.1090054
2. Lin DJ, Johnson PM, Knoll F, Lui YW. Artificial Intelligence for MR Image Reconstruction: An Overview for Clinicians. *J Magn Reson Imaging*. 2021;53(4):1015-1028. doi:10.1002/jmri.27078
3. Shimron E, Perlman O. AI in MRI: Computational Frameworks for a Faster, Optimized, and Automated Imaging Workflow. *Bioengineering*. 2023;10(4):1-9. doi:10.3390/bioengineering10040492
4. Choi KS, Sunwoo L. Artificial Intelligence in Neuroimaging: Clinical Applications. *Investig Magn Reson Imaging*. 2022;26(1):1. doi:10.13104/imri.2022.26.1.1
5. Chen Y, Schonlieb CB, Lio P, et al. AI-Based Reconstruction for Fast MRI-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Proc IEEE*. 2022;110(2):224-245. doi:10.1109/JPROC.2022.3141367
6. Twilt JJ, van Leeuwen KG, Huisman HJ, Fütterer JJ, de Rooij M. Artificial intelligence based algorithms for prostate cancer classification and detection on magnetic resonance imaging: A narrative review. *Diagnostics*. 2021;11(6):1-26. doi:10.3390/diagnostics11060959

7. Johnson PM, Recht MP, Knoll F. Improving the Speed of MRI with Artificial Intelligence. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2020;24(1):12-20. doi:10.1055/s-0039-3400265
8. Liang N. MRI Image Reconstruction Based on Artificial Intelligence. *J Phys Conf Ser.* 2021;1852(2). doi:10.1088/1742-6596/1852/2/022077
9. Agarwal S. A Review on the use of Artificial Intelligence Techniques in Brain MRI Analysis. *J Informatics Electr Electron Eng.* 2021;2(2):1-15. doi:10.54060/jieee/002.02.010
10. Cui Y, Zhu J, Duan Z, Liao Z, Wang S, Liu W. Artificial Intelligence in Spinal Imaging: Current Status and Future Directions. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(18):1-8. doi:10.3390/ijerph191811708
11. Aggarwal HK, Mani MP, Jacob M, Member S. MoDL : Model Based Deep Learning Architecture for Inverse Problems. *IEEE Trans Med Imaging.* 2018;PP(c):1. doi:10.1109/TMI.2018.2865356
12. Segato A, Marzullo A, Calimeri F, De Momi E. Artificial intelligence for brain diseases: A systematic review. *APL Bioeng.* 2020;4(4). doi:10.1063/5.0011697
13. Busch H Von, Ph D. Artificial Intelligence for MRI. 2019;(74):94-97.